

повітря за відсутності джерел електричної енергії. Розроблено методику розрахунку їх циклів і визначені енергетично ефективні режими роботи залежно від температури охолоджуючого середовища, температури об'єкта охолодження, температури гріючого джерела.

**Ключові слова:** водоаміачна абсорбційна холодильна машина, вода з повітря, сонячні колектори.

**Осадчук Евгений Александрович**, старший преподаватель, кафедра высшей математики, Одесская национальная академия пищевых технологий, Украина, **e-mail: osadchuk\_e@mail.ru**.

**Титлов Александр Сергеевич**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой теплоэнергетики и трубопроводного транспорта энергоносителей, Одесская национальная академия пищевых технологий, Украина, **e-mail: titlov@mail.ru**.

**Кузаконь Виктор Михайлович**, кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой высшей математики, Одесская национальная академия пищевых технологий, Украина, **e-mail: kuzakon\_v@ukr.net**.

**Шлапак Галина Всеволодовна**, кандидат технических наук, доцент, кафедра технологий мяса, рыбы и морепродуктов, Одесская национальная академия пищевых технологий, Украина, **e-mail: shlapak.galya@mail.ru**.

**Осадчук Евгений Александрович**, старший преподаватель, кафедра высшей математики, Одесская национальная академия пищевых технологий, Украина.

**Титлов Александр Сергеевич**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой теплоэнергетики и трубопроводного транспорта энергоносителей, Одесская национальная академия пищевых технологий, Украина.

**Кузаконь Виктор Михайлович**, кандидат физико-математических наук, доцент, заведующий кафедрой высшей математики, Одесская национальная академия пищевых технологий, Украина.

**Шлапак Галина Всеволодовна**, кандидат технических наук, доцент, кафедра технологий мяса, рыбы и морепродуктов, Одесская национальная академия пищевых технологий, Украина.

**Osadchuk Eugeniy**, Odessa National Academy of Food Technologies, Ukraine, **e-mail: osadchuk\_e@mail.ru**.

**Titlov Alexandr**, Odessa National Academy of Food Technologies, Ukraine, **e-mail: titlov@mail.ru**.

**Kuzakon Victor**, Odessa National Academy of Food Technologies, Ukraine, **e-mail: kuzakon\_v@ukr.net**.

**Shlapak Galina**, Odessa National Academy of Food Technologies, Ukraine, **e-mail: shlapak.galya@mail.ru**.

УДК 664.68:637.142.2

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.44154

**Никифоров Р. П.,  
Сабіров О. В.**

## РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ПРІСНОГО ЛИСТКОВОГО НАПІВФАБРИКАТУ НА ОСНОВІ МОЛОЧНОЇ СИРОВАТКИ

*Запропоновано використання замість води та лимонної кислоти в технологіях прісного листового напівфабрикату молочної сироватки, що є цінним джерелом незамінних амінокислот. Визначено еластичність та пружність, розтягуваність тіста прісного листового напівфабрикату. На основі отриманих результатів розроблено технологію прісного листового напівфабрикату на основі молочної сироватки, яка характеризується низьким рівнем промислової переробки.*

**Ключові слова:** прісний листовий напівфабрикат, молочна сироватка, еластичність, пружність, розтягуваність, вихід, вологість.

### 1. Вступ

Розроблені науково-обґрунтовані і практично багаторазово підтверджені положення про те, що рівень здоров'я населення безпосередньо залежить від особливостей його харчування. Зокрема, згідно з оцінками експертів ВООЗ, здоров'я населення на 50 % залежить від способу життя, найважливішим складником якого є харчування.

На жаль, сучасний рівень харчування людства незадовільний як в кількісному, так і в якісному відношенні. Відомо, що якісний аспект харчування пов'язаний з дефіцитом у раціоні повноцінного білка, поліненасичених жирних кислот, вітамінів, мікро- і макронутрієнтів, харчових волокон. Наукові дослідження і дані статистики останніх років свідчать про стійкі порушення в структурі харчування населення України внаслідок різкого зниження споживання біологічно цінних продуктів, зокрема білка. Тому, найважливішим народногосподарським завданням є поліпшення структури харчування населення.

Доброю засвоюваністю, приємним ароматом і смаком відрізняються кондитерські вироби. Найбільшу питому вагу (близько 42 %) серед них займають борошняні кондитерські вироби [1]. Традиційно значним попитом у населення України користуються вироби з прісного листового тіста [2].

Слід відзначити, що досягнутий рівень приготування і реалізації виробів з прісного листового тіста у закладах ресторанного господарства не відповідає сучасним вимогам, а останнім часом спостерігається тенденція до його зниження. Це зумовлено насамперед обмеженням асортиментом та недостатньою увагою до розробки нових технологій їх виробництва.

### 2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Проблемами удосконалення технології листового тіста у різні часи займалися науковці Андреев А. Н., Смелик В. А., Беляева Л. М., Паньковский Г. А., Полякова А. В. та інші [3–9]. Однак, здебільшого в його

технології робили заміну жирів для шарування або введенням антиоксидантів для збільшення строків зберігання напівфабрикатів та виробів з нього.

Вироби з листового тіста відрізняються високим вмістом жиру, що обумовлює їх оригінальну шарувату структуру і ніжну консистенцію, які створюються під час багаторазового прошаровування тіста [3]. Однак, вироби даної групи характеризуються зниженим вмістом білків, що негативно впливає на їх харчову цінність.

Одним із перспективних напрямків розширення асортименту й підвищення харчової цінності борошнених кондитерських виробів є розробка технологій нових виробів із використанням вторинної молочної сировини, що є цінним джерелом білкових речовин. Великий інтерес серед вторинної білково-вуглеводної молочної сировини, що утворюється при переробці молока (виробництві сирів, сиру кисломолочного, казеїну), представляє молочна сироватка. Біологічна цінність молочної сироватки зумовлена вмістом в ній білкових азотистих сполук (зокрема незамінних амінокислот), вуглеводів, ліпідів, мінеральних солей, вітамінів, органічних кислот тощо [10].

В традиційній технології як поліпшувач якості клейковини при замісі тіста використовується лимонна або виннокисла кислота. Відомо, що в слабокислому середовищі підвищується в'язкість білкових речовин, внаслідок чого тісто стає більш еластичним та пружним [11]. На заміну можливо використання молочної сироватки, що містить органічні кислоти.

Актуальність даної технології полягає у тому, що пропонується використовувати замість води та лимонної кислоти в технологіях прісного листового напівфабрикату молочну сироватку, що є цінним джерелом незамінних амінокислот та характеризується низьким рівнем промислової переробки.

### 3. Об'єкт, мета і задачі дослідження

Об'єкт дослідження — технологія прісного листового напівфабрикату з використанням молочної сироватки.

Метою статті є розробка технології прісного листового напівфабрикату з використанням молочної сироватки.

Для вирішення поставленої мети у процесі роботи необхідно було визначити вплив кислоти сироватки на якісні показники прісного листового напівфабрикату, зокрема еластичності, пружності, розтягуваності тіста; вологості та виходу готових напівфабрикатів.

### 4. Матеріали та методи дослідження якісних показників прісного листового напівфабрикату

Проведено дослідження впливу сироватки на якісні показники листового напівфабрикату та виробів з нього. В якості дослідного зразку було виготовлено тісто, в якому лимонну кислоту та воду було замінено на сироватку. Контрольними зразками було обрано листове тісто за традиційною технологією та прісне тісто, що не містило поліпшувача якості клейковини — органічних кислот. Кількість сироватки та води в рецептурі було розраховано виходячи з вологості тіста 40 %, враховуючи вологість похідної сировини. Рецептурний склад зразків наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Рецептурний склад зразків

Найменування сировини	Витрати сировини на 100 г тіста		
	Дослідний зразок	Контрольний зразок (з лимонною кислотою)	Контрольний зразок (без кислот)
Борошно пшеничне в/с	56,72	57,90	57,92
Масло вершкове	3,98	4,06	4,06
Меланж	2,87	2,94	2,94
Сіль	0,45	0,46	0,46
Лимонна кислота	—	0,08	—
Вода	—	34,57	34,62
Сироватка	35,97	—	—

Повторюваність всіх досліджень п'ятикратна.

Для визначення характеру впливу сироватки на якісні показники клейковини авторами статті запропоновано методику визначення еластичності та пружності тіста. Для визначення за цим методом відвішують навіску зразка тіста масою 5 г. Після чого, її переносять на скляну пластину, змащену рослинною олією та покладену на міліметровому папері. Фіксують діаметр зразка тіста. Зверху зразок накривають такою самою пластинкою, що й нижня. Встановлюють на неї вагу масою 1 кг та витримують протягом 10 хв. Після цього нижню скляну пластину з навіскою вивільняють від ваги та верхньої пластини. По міліметровому паперу фіксують діаметр зразка тіста, що вийшов в декількох вимірах. За одиницю еластичності прийнято зміну площі зразка після впливу ваги у відсотках.

Надалі, зразок залишають без впливу ваги на 10 хв. Після чого фіксують зменшення діаметру зразка тіста. За одиницю пружності прийнято зміну площі зразка відносно площі після впливу ваги у відсотках.

Для підтвердження збільшення еластичності клейковини авторами статті було проведено дослідження тіста на розтягуваність. Навіску тіста масою 10 г розтягували з однаковою силою над лінійкою. Фіксували довжину, при якій відбувалося розірвання зразку. Розтягування виражали як різницю у відсотках довжини зразка до розтягування до довжині в момент розірвання.

Для визначення виходу авторами було проведено пробну випічку напівфабрикатів. Слід відмітити, що випечені вироби з дослідного зразка із додаванням сироватки характеризуються як крихкі, які зберегли шарову структуру, без закалу. Колір золотавий, відповідний прісному листовому напівфабрикату.

Вологість готових виробів впливає на їх строки збереження, тому доцільно визначити цей показник для досліджуваних зразків. Нормативною документацією встановлено допустиму вологість прісного листового напівфабрикату  $7,5 \pm 3\%$  [11]. Вологість визначали методом висушування.

### 5. Результати дослідження якісних показників прісного листового напівфабрикату та їх обробка

Результати досліджень визначення еластичності та пружності тіста представлено на рис. 1, 2.

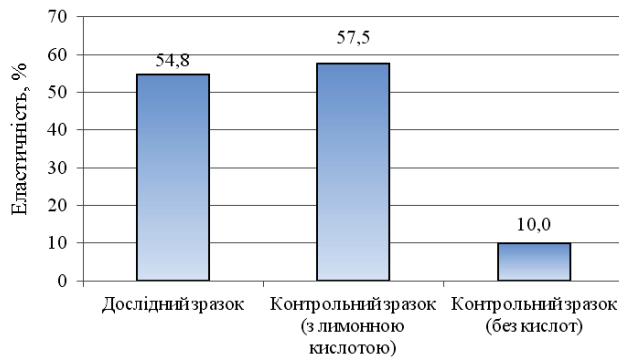


Рис. 1. Результати дослідження еластичності зразків

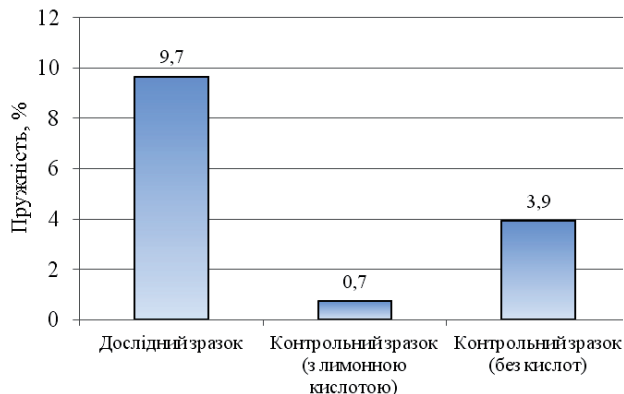


Рис. 2. Результати дослідження пружності зразків

Результати дослідження тіста на розтягуваність наведено на рис. 3. Для виробників важливе значення має вихід готових виробів. Результати дослідження виходу наведено на рис. 4.

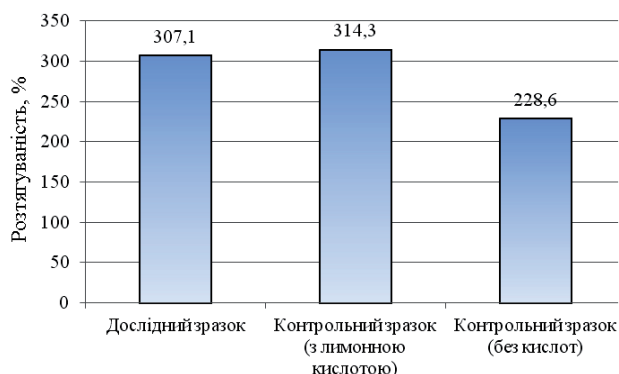


Рис. 3. Результати дослідження тіста на розтягуваність

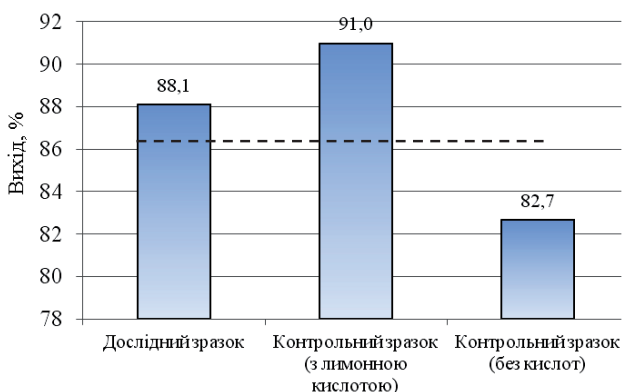


Рис. 4. Результати дослідження виходу тіста: --- — вихід прісного листового напівфабрикату за нормативною документацією

Результати дослідження вологості готових виробів наведено на рис. 5.

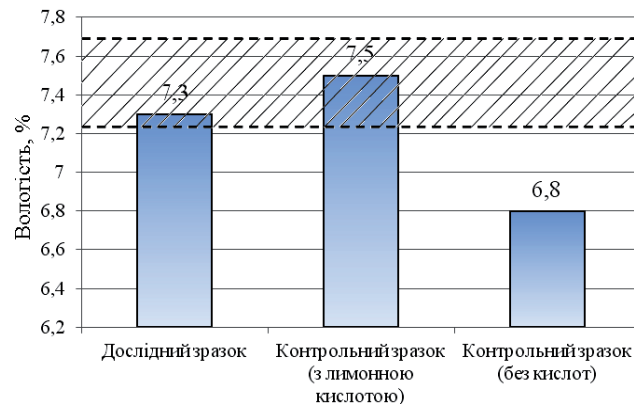


Рис. 5. Результати дослідження вологості тіста: штрихуваний — вологість прісного листового напівфабрикату за нормативною документацією

## 6. Обговорення результатів дослідження якісних показників прісного листового напівфабрикату

Як свідчать результати дослідження (рис. 1, 2), контрольний зразок без додавання кислот характеризується низькою еластичністю. Його площа збільшилась лише на 10,0 % після вивільнення від ваги, що в 5,8 разів менше ніж у контролю з лимонною кислотою. Як видно з рис. 1, 2, еластичність тіста з додаванням сироватки лише на 4,8 % нижча ніж у контрольного зразка з лимонною кислотою й склала 54,8 %, що знаходиться в межах похибки експерименту. Однак, контрольний зразок без кислот має вищу пружність, порівняно з контролем з лимонною кислотою в 5,6 разів (3,9 %). Дослідний зразок має пружність 9,7 %, що більше ніж зразка без кислот на 148,7 %.

Отже, дослідний зразок переважає контрольні зразки за показниками еластичності та пружності, що позитивно впливає на якість напівфабрикату та готових виробів на його основі.

Як видно з рис. 3, контрольний зразок без додавання кислот має розтягуваність 228,6 %, що на 27,3 % нижче ніж зразок з додаванням лимонної кислоти. Дослідний зразок має розтягуваність 307,1 %, що лише на 2,3 % нижче контрольного зразка з лимонною кислотою, що знаходиться в межах похибки експерименту. Дані дослідження розтягуваності зразків повністю корелюються з даними дослідження еластичності.

За нормативною документацією вихід прісного листового напівфабрикату не повинен бути нижче ніж 86 % [11]. Як видно з рис. 4, контрольний зразок, що не містив органічних кислот, має вихід 82,7 %, що нижче за нормований на 3,8 %.

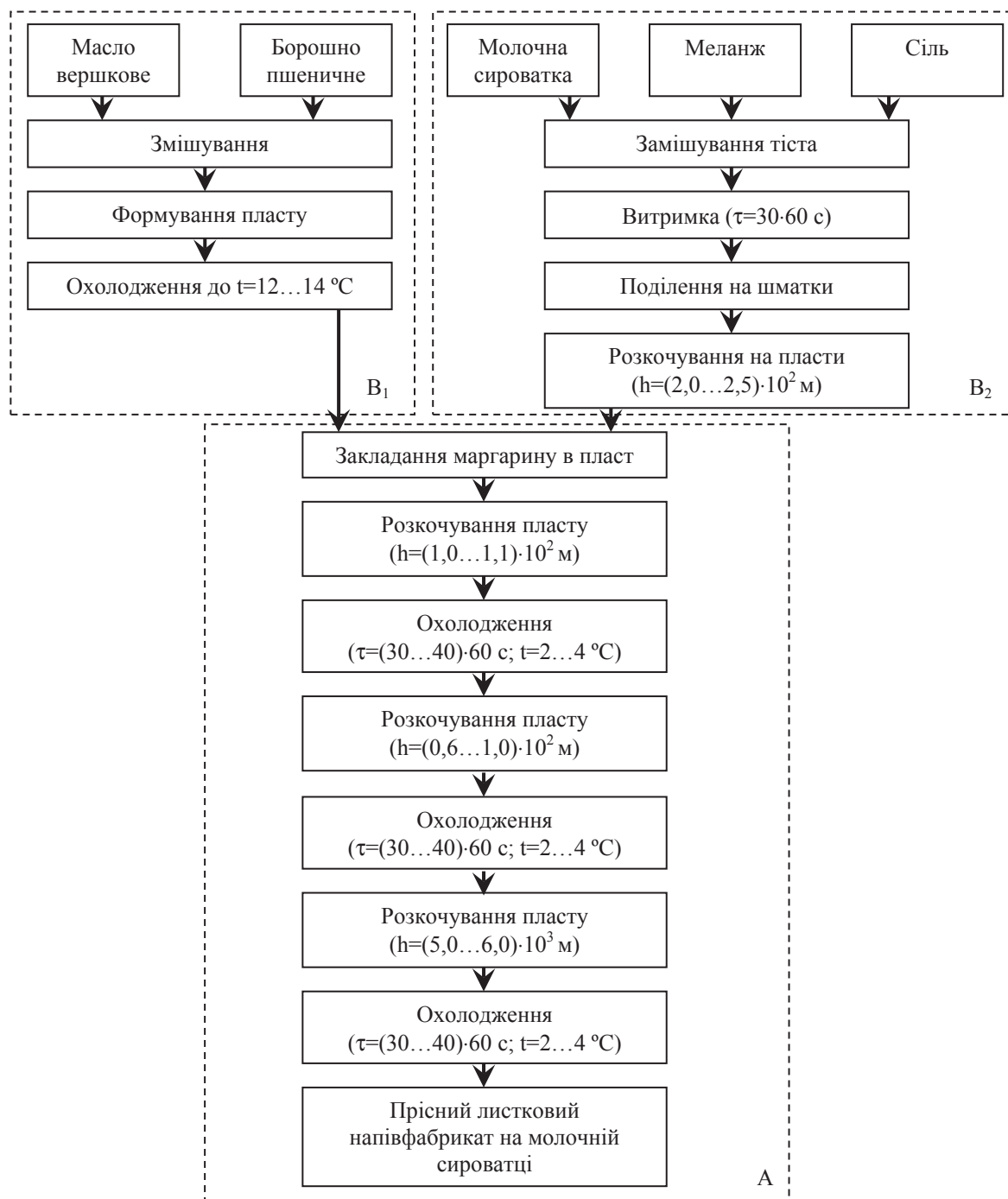
Дослідний зразок та контрольний зразок з додаванням лимонної кислоти мають показники виходу вищі ніж нормовані на 2,0 % та 5,8 % відповідно.

Аналіз рис. 5 свідчить, що вологість дослідного зразку та контрольного зразку з додаванням лимонної кислоти відповідають вимогам нормативної документації та складають 7,3 % та 7,5 % відповідно. Вологість контрольного зразка без додавання органічних кислот має вологість 6,8 %, що нижче, ніж мінімально дозволені нормовані показники.

Таким чином, доведено, що заміна води та лимонної кислоти на сироватку позитивно впливає на якісні показники прісного листового напівфабрикату та виробів з нього. На основі отриманих даних, розроблено конкретну схему технології прісного листового напівфабрикату з додаванням сироватки. Принципова технологічна схема їх виробництва зображена на рис. 6.

кислоти на молочну сироватку в технології прісного листового напівфабрикату.

Доведено, що при додаванні сироватки покращується пружність напівфабрикату із збереженням еластичності, відповідної напівфабрикату за традиційною технологією; виходу та вологості виробів, зроблених на їх основі.



**Рис. 6.** Принципова технологічна схема виробництва прісного листового напівфабрикату на молочній сироватці: А — підсистема шарування напівфабрикату, В<sub>1</sub> — підсистема підготовки масла, В<sub>2</sub> — підсистема замісу тіста

## 7. Висновки

Таким чином, виходячи з результатів досліджень, доведено позитивний вплив заміни води та лимонної

## Література

- Кузнецова, Л. С. Технология приготовления мучных кондитерских изделий [Текст]: учебник для студ. учреждений

- сред. проф. образования / Л. С. Кузнецова, М. Ю. Сиданова. — 3-е изд., испр. — М.: Издательский центр «Академия», 2007. — 320 с.
2. Полякова, А. В. Використання рослинних добавок антиоксидантної дії в технології виробів з листового тіста [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук / А. В. Полякова. — Донецьк, 2008. — 23 с.
  3. Андреев, А. Н. Сдобные булочные и мучные кондитерские изделия из слоеного теста [Текст] / А. Н. Андреев. — М.: ЦНИИТЭИ хлебопродуктов, 1992. — 48 с.
  4. Leung, H. K. Storage Stability of a Puff Pastry Dough with Reduced Water Activity [Text] / H. K. Leung, J. P. Matlock, R. S. Meyer, M. M. Morad // Journal of Food Science. — 1984. — Vol. 49, № 6. — P. 1405–1409. doi:10.1111/j.1365-2621.1984.tb12808.x
  5. Andrews, J. L. A simple, high-throughput test for dough strength [Text] / J. L. Andrews, M. J. Blundell, J. H. Skerritt; eds: D. Martin, C. W. Wrigley // Proceedings of International Conference «Cereals International». — Melbourne: Royal Australian Chemical Institut, 1991. — P. 406–410.
  6. Davies, A. P. Wheat protein properties and puff pastry structure [Text] / A. P. Davies, D. W. Patient, S. J. Ingman, S. Ablett, M. Drage, M. Asquith, D. J. Barnes // Proceedings of the 3rd International Workshop on Gluten Proteins, Budapest, Hungary, May 9–12, 1987. — World Scientific, 1987. — P. 466–477.
  7. Frazier, P. J. Laboratory measurement of dough development [Text] / P. J. Frazier, C. S. Fitchett, P. W. Russell Eggitt; ed: H. Faridi // Rheology of Wheat Products. — 1985. — P. 151–175.
  8. Hawks, C. L. Flour protein quality [Text] / C. L. Hawks // Proceedings of the 64th Annual Meetings. — 1988. — P. 112–122.
  9. McGill, E. A. Puff pastry production [Text] / E. A. McGill // Baker's Dig. — 1975. — Vol. 49. — P. 28–38.
  10. Храмов, А. Г. Технология продуктов из молочной сыворотки: учебное пособие [Текст] / А. Г. Храмов. — М.: ДеЛи, 2004. — 587 с.
  11. Мархель, П. С. Производство пирожных и тортов [Текст] / П. С. Мархель, Ю. Л. Гопенштейн, С. В. Смелов. — М.: Пищевая промышленность, 1975. — 320 с.

#### РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРЕСНОГО СЛОЕНОГО ПОЛУФАБРИКАТА НА ОСНОВЕ МОЛОЧНОЙ СЫВОРОТКИ

Предложено использование вместо воды и лимонной кислоты в технологиях пресного слоеного полуфабриката молочной

сыворотки, которая является ценным источником незаменимых аминокислот. Определены эластичность и упругость, растяжимость теста пресного слоеного полуфабриката. На основе полученных результатов разработана технология пресного слоеного полуфабриката на основе молочной сыворотки, которая характеризуется низким уровнем промышленной переработки.

**Ключевые слова:** пресный слоеный полуфабрикат, молочная сыворотка, эластичность, упругость, растяжимость, выход, влажность.

**Никифоров Радіон Петрович**, кандидат технічних наук, доцент, кафедра технології в ресторанному господарстві та готельної і ресторанної справи, Донецький національний університет економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського, Кривий Ріг, Україна, e-mail: nikradion@yandex.ua.

**Сабіров Олександр Володимирович**, кандидат технічних наук, кафедра технології в ресторанному господарстві та готельної і ресторанної справи, Донецький національний університет економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського, Кривий Ріг, Україна, e-mail: junnesc@yandex.ru.

**Никифоров Радіон Петрович**, кандидат технических наук, доцент, кафедра технологии в ресторанном хозяйстве и гостиничного и ресторанного дела, Донецкий национальный университет экономики и торговли им. М. Туган-Барановского, Кривой Рог, Украина.

**Сабиров Александр Владимирович**, кандидат технических наук, кафедра технологии в ресторанном хозяйстве и гостиничного и ресторанного дела, Донецкий национальный университет экономики и торговли им. М. Туган-Барановского, Кривой Рог, Украина.

**Nykyforov Radion**, Donetsk National University of Economics and Trade named after Mykhailo Tugan-Baranovsky, Krivoy Rog, Ukraine, e-mail: nikradion@yandex.ua.

**Sabirov Oleksandr**, Donetsk National University of Economics and Trade named after Mykhailo Tugan-Baranovsky, Krivoy Rog, Ukraine, e-mail: junnesc@yandex.ru

УДК 664.002.5:640.432

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.44167

**Рамазанов С. К.,  
Скрипник В. О.,  
Молчанова Н. Ю.**

## МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ В ПРОЦЕСІ ДВОСТОРОННЬОГО ЖАРЕННЯ М'ЯСА НА ОСНОВІ НЕЛІНІЙНОЇ ОПТИМІЗАЦІЇ

Проведено комп'ютерне аналітичне дослідження динаміки розподілу температур в м'ясі свинини під час двостороннього жарення в умовах стиснення. Проаналізовано можливості загального вирішення рівняння нестационарної теплопровідності при двосторонньому жаренні м'яса в умовах стиснення. Для вирішення запропоновано використовувати нелінійний метод узагальненого понижуючого градієнту, який використовується для гладких нелінійних задач, за допомогою оптимізаційної програми, вбудованої в MS Excel.

**Ключові слова:** двостороннє жарення, м'ясо, модель динаміки, нелінійна оптимізація, теплопровідність.

### 1. Вступ

Удосконалення процесів теплового оброблення м'ясопродуктів є актуальною науковою задачею. Вивчення

закономірностей протікання цих енергомістких процесів є необхідною умовою створення енергозберігаючих технологій і обладнання [1]. Основним завданням аналітичного описання теплового оброблення є створення